

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-152597

(43)公開日 平成11年(1999) 6月8日

(51)Int.Cl.⁴

識別記号

F I

C 2 5 D 5/34

C 2 5 D 5/34

C 2 3 C 18/18

C 2 3 C 18/18

C 2 5 D 17/00

C 2 5 D 17/00

L

H 0 1 L 21/288

H 0 1 L 21/288

Z

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-334902

(22)出願日 平成9年(1997)11月19日

(71)出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72)発明者 栗山 文夫

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社

荏原製作所内

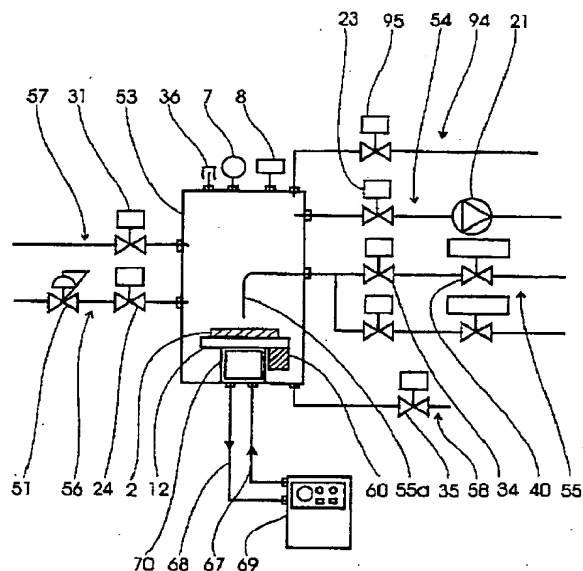
(74)代理人 弁理士 渡邊 勇 (外2名)

(54)【発明の名称】 めっき前処理方法

(57)【要約】

【課題】 ウェーハ基板上にパターン形成された微細溝への良好な金属埋め込みをめっき法により行うため、めっきプロセスにおいてめっき液を確実にその微細溝に浸透させることができるめっきの前処理方法を提供する。

【解決手段】 基板2の表面に形成された微細窪みに金属を充填するめっきを行うために、基板の微細窪みを液体で濡らすめっき前処理方法において、基板を含む雰囲気凝縮性ガスで充填させる工程と、基板を凝縮性ガスの露点以下の温度に冷却する工程とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の表面に形成された微細窪みに金属を充填するめっきを行うために、該基板の微細窪みを液体で濡らすめっき前処理方法において、前記基板を含む雰囲気凝縮性ガスで充填させる工程と、前記基板を前記凝縮性ガスの露点以下の温度に冷却する工程とを有することを特徴とするめっき前処理方法。

【請求項2】 請求項1に記載のめっき前処理方法において、更に、前記基板を振動させる工程を有することを特徴とするめっき前処理方法。

【請求項3】 請求項1又は請求項2に記載のめっき前処理方法において、前記基板を含む雰囲気凝縮性ガスで充填させる工程において、前記凝縮性ガスの充填圧力を変動させることを特徴とするめっき前処理方法。

【請求項4】 請求項1又は請求項2に記載のめっき前処理方法において、前記基板を含む雰囲気凝縮性ガスで充填させる工程において、前記雰囲気凝縮性ガスを真空にした後、前記凝縮性ガスを充填させることを特徴とするめっき前処理方法。

【請求項5】 請求項1乃至請求項4のいずれかに記載のめっき前処理方法において、更に、前記基板を所定の液で浸漬させる工程を有することを特徴とするめっき前処理方法。

【請求項6】 基板の表面に形成された微細窪みに金属を充填するめっきを行うために、該基板の微細窪みを液体で濡らすめっき前処理装置において、前記基板を処理するための密閉可能な処理室と、該処理室に凝縮性ガスを導入するための凝縮性ガス導入手段と、前記基板を冷却するための基板冷却手段とを有することを特徴とするめっき前処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体の次世代配線技術である金属配線形成技術に関し、特に基板の表面に形成された微細窪みに金属を充填するめっきを行うために、該基板の微細窪みを液体で濡らすめっき前処理方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体を用いた集積回路において、回路配線材料にはアルミニウムが多く用いられてきた。アルミニウム配線は、スパッタリング法(Sputtering)により基板にアルミニウム膜を付けた後、レジスト形成によりパターンニングを行い、エッチングにより配線形成される。しかしながら、回路の高度集積化に伴い、配線幅がより狭く形成されることが要求されるようになり、アルミニウムの材料特性上諸問題が生じる様になっ

てきた。

【0003】銅などの他の金属材料による配線形成には、上記の従来の回路形成法が困難な場合がある。そこで、配線用の溝や穴を基板面上にあらかじめ形成し、化学気相成長法(Chemical Vapor Deposition:以下CVD法)、スパッタリング法やめっき法などの手法により金属を溝の中に埋め込み、その後表面を化学機械研磨(Chemical Mechanical Polishing:以下CMP)で表面研磨し、回路配線を形成する方法がとられてきた。

【0004】めっき法は金属の膜付け方法としては広く用いられており、多くの特長を持っている。図6は基本的なめっき装置を示すもので、めっき槽1内のめっき液9中で被めっき基板2を取り付けたアノード電極4およびカソード電極3が対向しており、めっき処理中、めっき液攪拌用の攪拌器11によってめっき液9を攪拌しながらめっきを行なうようにしている。めっきの前処理としては被めっき基板の洗浄又はエッチング等が行われていたが、被めっき基板上の微細溝へのめっき液注入を良好にするための前処理は一般的には行われていなかった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】めっき法は他のプロセスに比べて、プロセスコストが安い、純度の高い材料が得られる、熱的影響の少ない低温プロセスが可能となる等の特長がある反面、ウェーハ基板上に形成された微細溝にめっき液が完全に浸透しない等の不具合があった。特に、幅が狭く深い、つまりアスペクト比の大きい微細溝へのめっきによる金属埋め込みはほとんど行われていないのが実状であった。

【0006】図5に示すように、微細溝62が形成された被めっき基板2をめっき液9に浸漬させる場合、通常その微細溝62には空気が残留し、完全にはめっき液9が浸透しない。これは被めっき基板2の濡れ性やめっきめっき液の表面張力等の影響によるものと考えられ、微細溝62の幅が狭くなるほど、その傾向は強くなる。

【0007】そこで、本発明は、ウェーハ基板上にパターン形成された微細溝への良好な金属埋め込みをめっき法により行うため、めっきプロセスにおいてめっき液を確実にその微細溝に浸透させることができるめっきの前処理方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、基板の表面に形成された微細窪みに金属を充填するめっきを行うために、該基板の微細窪みを液体で濡らすめっき前処理方法において、前記基板を含む雰囲気凝縮性ガスで充填させる工程と、前記基板を前記凝縮性ガスの露点以下の温度に冷却する工程とを有することを特徴とするめっき前処理方法である。

【0009】これにより、基板表面に形成された微細窪みの壁面に凝縮性ガスが結露し、凝縮性ガスの液体が微

細窪み内部に付着する。従って、この状態で基板をめっき液に浸漬させると、凝縮性ガスの液体に導かれるようにめっき液が微細窪みに浸入する。

【0010】請求項2記載の発明は、請求項1に記載のめっき前処理方法において、更に、前記基板を振動させる工程を有することを特徴とするめっき前処理方法である。冷却手段により基板および微細窪み内の凝縮性ガスが露点以下に冷却されても結露が生じないことが多い。これは、凝縮性ガスが過冷却状態となり、ガス状のままとなっているからである。このときの過冷却度は一定ではなく、時として非常に大きくなるときがある。このため、基板を振動させることにより微細窪み内の凝縮ガスの過冷却状態を解放し、確実に微細窪みの壁面に結露を生じさせることが有効な手段となる。

【0011】請求項3記載の発明は、請求項1又は請求項2に記載のめっき前処理方法において、前記基板を含む雰囲気凝縮性ガスで充填させる工程において、前記凝縮性ガスの充填圧力を変動させることを特徴とするめっき前処理方法である。これにより、微細窪み内に残留する残留ガスを凝縮性ガスに置換させ、冷却により、確実に結露を発生させることができる。

【0012】請求項4記載の発明は、請求項1又は請求項2に記載のめっき前処理方法において、前記基板を含む雰囲気凝縮性ガスで充填させる工程において、前記雰囲気ガスを真空にした後、前記凝縮性ガスを充填させることを特徴とするめっき前処理方法である。これにより、微細窪み内に残留する残留ガスを凝縮性ガスに置換させ、冷却により、確実に結露を発生させることができる。

【0013】請求項5記載の発明は、請求項1乃至請求項4のいずれかに記載のめっき前処理方法において、更に、前記基板を所定の液で浸漬させる工程を有することを特徴とするめっき前処理方法である。

【0014】請求項5に記載のめっき前処理方法において、前記基板を浸漬させる所定の液を沸騰又は真空引き等により十分な脱気するようにしてもよい。これにより、液の溶存空気による基板壁面上への気泡生成を防ぐことができる。また、前記基板を浸漬させる液として、表面張力が水の表面張力より小さい液を用いるようにしてもよい。これにより、微細窪みに液をより確実に浸透させることができる。

【0015】さらに、前記基板を浸漬させる液としてめっき液を用いてもよく、これにより、継続して、めっき工程を行うことができる。また、請求項5に記載の前記めっき前処理方法において、前記基板を所定の液で浸漬させる工程の後、更に、前記雰囲気を加圧又は圧力振動を行うようにしてもよい。これにより、微細窪みに液を確実に浸透させることができる。

【0016】請求項6記載の発明は、基板の表面に形成された微細窪みに金属を充填するめっきを行うために、

該基板の微細窪みを液体で濡らすめっき前処理装置において、前記基板を処理するための密閉可能な処理室と、該処理室に凝縮性ガスを導入するための凝縮性ガス導入手段と、前記基板を冷却するための基板冷却手段とを有することを特徴とするめっき前処理装置である。この装置により、微細窪みの壁面に結露を生じさせ、凝縮を継続的に行うことができる。

【0017】請求項6に記載のめっき前処理装置において、更に、前記基板を振動させるための基板振動手段を設けてもよい。基板振動手段により、微細窪み内の凝縮ガスの過冷却状態を確実に解放し、微細窪みの壁面に結露を生じさせ、良好な凝縮を継続的に行うことができるようになる。

【0018】請求項6に記載のめっき前処理装置において、更に、前記処理室を真空排気する手段を設けてもよい。この装置により、微細窪み内に残留する残留ガスを凝縮性ガスに置換させ、冷却により、確実に結露を発生させることができる。

【0019】請求項6に記載のめっき前処理装置において、更に、前記処理室を加圧するためのガス導入手段を設けてもよい。これにより、微細窪みに液を確実に浸透させることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施の形態のめっき前処理装置の概要を示す図である。この前処理装置は、密閉可能な容器状の処理室53と、これに接続された真空排気配管54、凝縮ガス導入配管94、液導入配管55、ガス導入配管56、ガス排出配管57、液排出配管58及び冷媒チャラー69に接続された冷媒ヘッダ70を主な構成要素としている。処理室53には、圧力計7、圧力スイッチ8及び安全弁36が取り付けられ、また、基板2を載せる基板台12が処理室53に設けられている。また、基板台12に超音波振動器60が取り付けられている。冷媒ヘッダ70は冷媒チャラー69から供給される冷媒で満たされ、基板台12を通して基板2の温度を制御することができる。

【0021】真空排気配管54には、開閉弁23を介して真空ポンプ21が接続されており、処理室53を必要な低圧まで真空排気することができる。凝縮ガス導入配管94は、所定の温度と圧力で凝縮するガスを開閉弁95を介して処理室53に導入することができる。液導入配管55は、図示しない液体源が開閉弁34及びフローメータ40を介して処理室53の基板台上に開口するノズル55aに接続され、目的とする所定量の液を処理室53に導入することができる。この液導入配管は2系統が設けられ、2種類の液を連続又は同時に導入することができる。ガス導入配管56には、所定のガス源がレギュレータ51と開閉弁24を介して接続され、ガス排出配管57は開閉弁31を介して外部に接続されている。

また、液排出配管58は開閉弁35を介してストレージ

タンク（図示せず）に接続されている。

【0022】このような構成の装置を用いて、基板2に形成された図5と同様の微細溝62へ銅などの金属を充填するめっきの前処理を行う方法を説明する。まず、この基板2を基板台12にのせ、真空排気配管54により処理室53内を十分に減圧する。その後、凝縮ガス導入配管94からエチルアルコールを処理室53に導入し、内圧を5500 Pa（41 Torr）にする。処理室53内の温度が20°Cのときはエチルアルコールは気体となっている。それ故、気体のエチルアルコールは処理室53内に行き渡り、基板2に形成された微細溝62にも充填する。

【0023】次に、冷媒チラー69から5°Cの冷媒を冷媒ヘッダー70に供給し、基板台12を介して基板2を冷却する。基板2の冷却に伴い、微細溝62内のエチルアルコールも冷却され、凝縮が起こる。このように緩やかに気体を冷却した場合には気体が凝縮温度以下になっても過冷却状態となり、凝縮（液化）しない場合が多い。そこで、本装置では、超音波振動器60により基板2を振動させ、微細溝62内のエチルアルコール気体の過冷却状態を強制的に解放させ、凝縮を開始させるようにしている。微細溝62内の気体状のエチルアルコールは、温度低下と超音波振動によって凝縮を開始し、微細溝62壁面上に滴状もしくは膜状に付着する。このようにして、基板2上に形成された微細溝62に液状のエチルアルコールを供給することができる。

【0024】この後、液導入配管55からめっき液および他の液を導入して、基板2を液に浸漬させると、これらの液は、既に微細溝62中に存在する液状のエチルアルコールとの間に作用する表面張力により導かれて微細溝62内に流入する。微細溝62への液の浸入を完全に行うために、超音波振動器60により基板2を振動させたり、ガス導入配管56とガス排出配管57により処理室53の圧力を変動させてめっき液の流入を促進する。

【0025】なお、凝縮ガスとして凝縮後の液体が基板2の材質に対して表面張力が小さく、かつめっき液との親和性が良い物質を選ぶことにより、より確実に且つ効率よく液を微細溝62に浸入させることができる。このような凝縮ガスとしては、エチルアルコールの他に、水、プロピルアルコール、アセトンおよびアンモニア等がある。

【0026】このような前処理の後に、基板2を処理室53から取り出し、濡れた状態を維持したままで図6に示すめっき槽1に搬入し、めっき液9に浸漬させて電気めっき又は無電解めっきを行う。前処理によって基板2の微細溝62にめっき液が確実に供給されるため、信頼性の高いめっき金属膜が微細溝62に形成される。

【0027】なお、図1の装置では基板2を1枚ずつ処理しているが、複数枚を同時に処理するようにしてもよい。また、単数または複数の基板2を収容するカセット

を用いて基板2の供給や搬送を効率よく行なうことができ、この場合、カセットで液体を保持するようにして基板2の乾燥防止を図ることができる。

【0028】図2は、本発明の別の実施の形態のめっき前処理装置の概要を示す図である。本装置は、図1に示すめっき前処理装置とほぼ同様であるが、基板2の冷却源にベルチェ素子66を用いていることが異なる。冷媒チラー69および冷媒配管67、68の設置スペースが不要になるというメリットがある。

10 【0029】図3は、冷却源にベルチェ素子66を用いためっき前処理装置と、図6に示すめっき装置とを結合した構成の、前処理兼めっき装置を示すものである。この装置は、図2に示す前処理装置の構成に加えて、ポンプ74を用いて容器53にめっき液を供給する供給配管75と、容器53の底部から弁32を介してめっき液を貯液槽76に抜き出す排出配管77とが設けられ、さらに電気めっきのためのアノード電極4およびカソード電極3と電源5が設けられている。

20 【0030】この装置では、まず、排出配管77からめっき液を排出した状態で先に説明した前処理工程を行なう。そして、処理液を微細溝に浸入させた状態で、前処理装置の機能を停止し、必要に応じて真空を破壊してから、供給配管75よりめっき液を供給してめっきを行なう。この装置によれば、基板を移送させることなく、前処理に続いてめっき処理を連続して行うことができるので、作業工程を省くことができる。

30 【0031】図4は、めっき前処理工程、めっき工程を連続して行う装置である。本装置は、めっき前処理を行うめっき前処理室97、前処理室97の雰囲気壊すことなく基板を前処理室に出し入れすることができるロードロック室96と、めっきを行うめっき室98および基板を供給する供給ユニット100からなり、ロードロック室96は他のユニットとゲートバルブで仕切られている。ロードロック室96は、真空排気のための排気経路に接続されており、またロボットハンドのような基板搬送手段が設けられている。この例では、処理に要する時間を考慮して、前処理室1つに対してめっき室が2つ設けられている。

40 【0032】本装置によれば、ロードロック室96が前処理室97との間で基板を授受する場合はめっき室や基板供給室との間のゲートを閉鎖して、ロードロック室内を真空排気した状態で行なう。これにより、前処理室内の真空雰囲気を破壊せずに基板を出し入れできるので、前処理室での処理をロスタイムなしに行なうことができる。なお、ロードロック室の出入り口を5つ以上設けても良く、また、必要に応じてめっき後の洗浄室等を設けても良い。

【0033】

50 【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、基板表面に形成された微細窪みの壁面に凝縮性ガス

を結露させ、これによってめっき液を微細窪みに導いて確実に浸入させることができるので、これを用いてめっきを行なうことにより、ウェーハ基板上にパターン形成された微細溝へ銅などの高導電性金属の埋め込みを行うことができ、高密度半導体回路の実現に重要度の高い技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に基づく実施形態のめっき前処理装置の概要図である。

【図2】本発明に基づく実施形態のめっき前処理装置の概要図である。

【図3】本発明に基づく実施形態のめっき装置の概要図である。

【図4】本発明に基づく実施形態のめっき装置の概要図である。

【図5】液中にある基板上の微細溝に残留する気泡を示す概要図である。

【図6】従来のめっき装置の概要図である。

【符号の説明】

- 1 めっき槽
- 2 基板
- 3 カソード電極
- 4 アノード電極
- 5 電源
- 6 温度検知器
- 7 圧力計
- 8 圧力スイッチ
- 9 めっき液
- 11 攪拌器
- 12 基板台
- 21 真空ポンプ
- 23 開閉弁
- 24 開閉弁

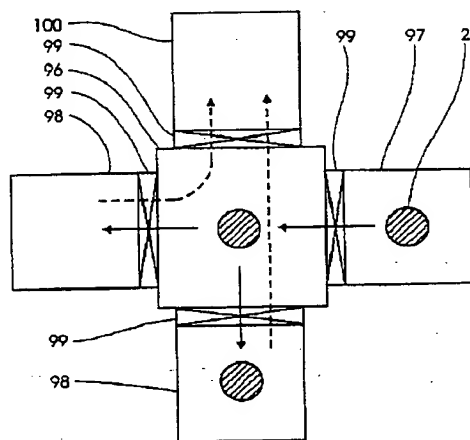
- * 31 開閉弁
- 32 開閉弁
- 34 開閉弁
- 35 開閉弁
- 36 安全弁
- 40 フローメータ
- 51 レギュレータ
- 53 処理室
- 54 真空排気配管
- 55 液導入配管
- 56 ガス導入配管
- 57 ガス排出配管
- 58 液排出配管
- 60 超音波振動器
- 61 めっき面
- 62 微細溝
- 63 気泡
- 66 ベルチェ素子
- 67 冷媒配管（冷媒送り）
- 68 冷媒配管（冷媒戻り）
- 69 冷媒チラー
- 70 冷媒ヘッダー
- 74 循環ポンプ
- 75 供給配管
- 76 ストーレージタンク
- 77 抜出配管
- 94 凝縮ガス導入配管
- 95 開閉弁
- 96 めっき室
- 97 めっき前処理室
- 98 洗浄室
- 99 ゲートバルブ

20

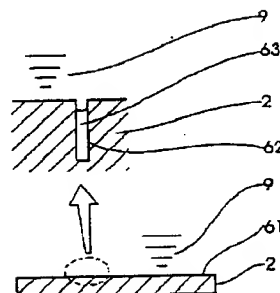
30

*

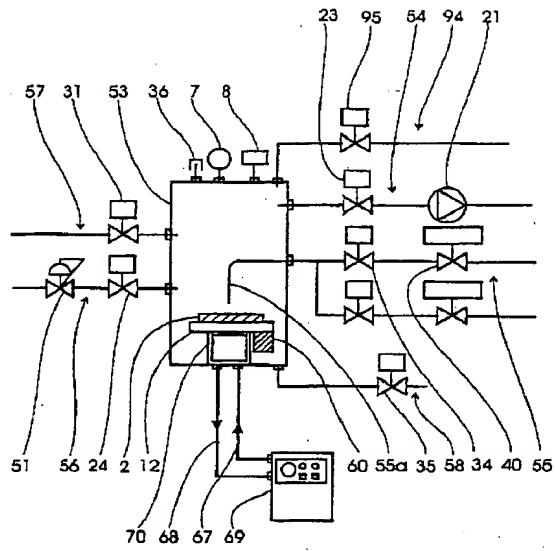
【図4】



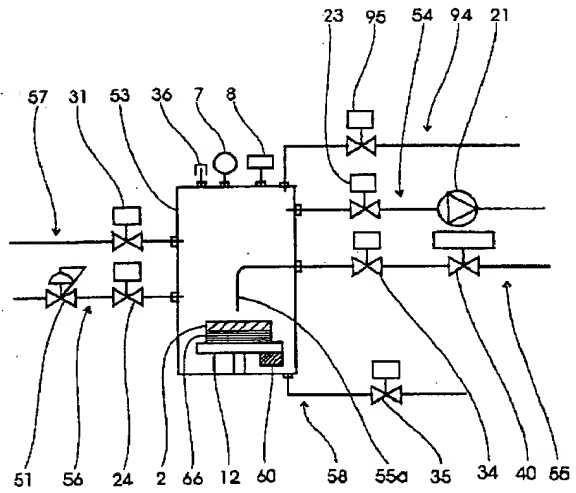
【図5】



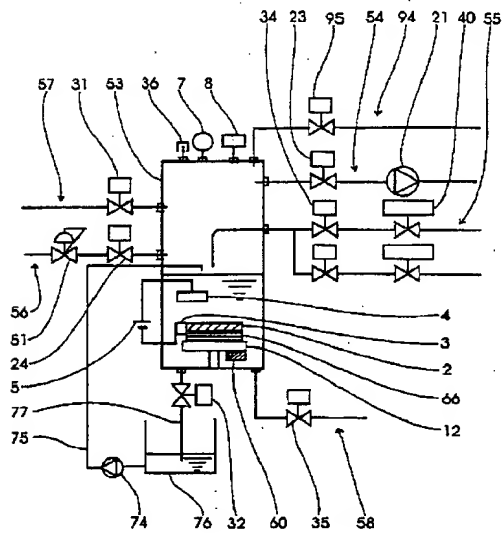
【図1】



【図2】



【図3】



【図6】

